



**INPI**  
INSTITUTO NACIONAL  
DA PROPRIEDADE  
INDUSTRIAL  
Assinado  
Digitalmente

**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**  
MINISTÉRIO DA ECONOMIA  
**INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL**

CARTA PATENTE Nº PI 1011102-6

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

**(21) Número do Depósito:** PI 1011102-6

**(22) Data do Depósito:** 01/06/2010

**(43) Data da Publicação Nacional:** 16/08/2016

**(51) Classificação Internacional:** C02F 3/04; E03B 3/08; E21B 43/30; B09C 1/00.

**(30) Prioridade Unionista:** SE 0950397-0 de 02/06/2009.

**(54) Título:** UNIDADE DE PURIFICAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS BASEADA EM PROCESSOS BIOLÓGICOS DE OXIDAÇÃO E REDUÇÃO

**(73) Titular:** UNITED WATERS INTERNATIONAL AG, Empresa Suíça. Endereço: P.O Box 4319, CH-6304 ZUG, SUIÇA(CH)

**(72) Inventor:** BRUNNER, WILLI.

**(87) Publicação PCT:** WO 2010/140116 de 09/12/2010

**Prazo de Validade:** 20 (vinte) anos contados a partir de 01/06/2010, observadas as condições legais

**Expedida em:** 05/11/2019

Assinado digitalmente por:

**Liane Elizabeth Caldeira Lage**

Diretora de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados

**"UNIDADE DE PURIFICAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS BASEADA EM  
PROCESSOS BIOLÓGICOS DE OXIDAÇÃO E REDUÇÃO"**

Campo da Invenção

[001] A presente invenção se refere a um aquífero construído artificialmente, para a purificação de água bruta e, particularmente, para criação de pelo menos uma zona reacional no aquífero artificial, para circulação e purificação de água bruta e subterrânea, em particular, para uso como água potável, cujo aquífero artificial compreende diversos poços secundários e, pelo menos, um poço de extração.

Antecedentes da Invenção e Estado da Técnica

[002] A purificação da água se torna cada vez mais importante devido às contaminações que ocorrem nos reservatórios de águas subterrâneas, os chamados aquíferos naturais.

[003] Normalmente, a purificação da água ocorre quando se tem a água principalmente reagida com diferentes agentes de oxidação, depois, deixando a mesma penetrar através de camadas especialmente dispostas de cascalho, areia e outros materiais, em seguida, transportando a água assim purificada através de um sistema de tubulações, opcionalmente, provido de estações de bombeamento e/ou torres de água com pressão crescente, para o consumidor.

[004] A água subterrânea e a água bruta, que são usadas para produção de água de beber e água potável, normalmente, contém altas quantidades de ferro, manganês, arsênio, fluoreto e outros traços de elementos. Os altos níveis dos traços de elementos mencionados acima tem de ser reduzidos antes da água ser usada como água potável (finalidade de beber), devido a razões de saúde e sabor. O documento de patente EP-A-0 160 774 descreve o uso de uma zona para oxidação e precipitação de ferro e manganês, onde a água contendo oxigênio e intermitentes compostos

produtores de oxigênio é adicionada à zona através de poços secundários, dispostos em torno de poços de extração. Desse modo, a água é alimentada somente a poucos poços secundários e, simultaneamente, a água é extraída de poços secundários situados de forma adjacente. A água enriquecida de oxigênio e livre de quaisquer bolhas de ar é forçada para baixo nos poços secundários. A adição de oxigênio dissolvido cria um adequado ambiente de crescimento para microorganismos presentes no solo, cujos microorganismos juntamente com processos químicos e/ou bioquímicos proporcionam a precipitação de ferro e manganês na zona/camada subterrânea, que irá servir como um filtro reativo para a remoção de arsênio, fluoreto, e outros traços de elementos. A bactéria de oxidação do ferro ajuda na oxidação de ferro ferroso da água não-tratada. Essa ação é repetida em intervalos específicos para se obter a água pura. Entretanto, não é somente o ferro e o manganês que constituem um problema, mas, também, outros metais, metalóides, nitratos, nitritos, pesticidas e microcontaminantes de fonte orgânica precisam ser eliminados, para que possa ser produzida uma água saudável, particularmente, quando se considera a qualidade da água potável.

[005] No documento de patente anterior (U.S. No. 475304), outro método de melhoria do processo acima foi usado, o qual incluía trabalhar com três dos chamados poços principais, que foram colocados com distâncias lineares de 600 metros a 1000 metros entre cada poço. A água subterrânea foi bombeada a partir de um poço e parte dessa água foi enriquecida com oxigênio e recarregada dentro dos outros dois poços. A disposição circular da água oxigenada em volta dos poços recarregados permitiu retirar uma quantidade limitada de água purificada, antes de novamente ocorrer uma recarga. Esse sistema mostrou diversas

desvantagens na operação, consumo de energia e remoção de outros traços de elementos diferentes do ferro. Além disso, isso não se constituiu em um aquífero artificial, mas, foi construído no aquífero natural.

[006] O documento de patente EP-A-0 154 105 descreve a redução de nitrato em água subterrânea por meio de desnitrificação em uma zona de redução, criada entre os poços de injeção/secundários, também dispostos em volta de um ou mais poços de extração.

[007] De acordo com o método e sistema, conforme divulgado no documento EP-A-0 154 105, foi imaginado e obtido um diferente método de criação de zonas de oxidação e redução. Um sistema de enriquecimento de oxigênio é colocado acima do solo nos poços secundários como cobertura, desse modo, oxigenando a água bombeada, antes de a mesma circular de volta para os poços secundários. Nesses poços, um separador esteve presente em cada poço, dividindo o poço em uma parte superior e uma parte inferior. O influxo de ar comprimido é obtido através de um primeiro tubo, dentro da metade superior do poço, e através de um segundo tubo, dentro da metade inferior do poço. A água pode ser bombeada a partir da metade superior do poço por uma determinada duração de tempo, após o que, pode ser bombeada a partir da metade inferior do poço na duração de tempo restante. Na divulgação, a alimentação da água é restringida para alguns poços, para criar uma zona de desnitrificação. Desse modo, o aquífero todo não é usado para fins de desnitrificação.

[008] É já anteriormente conhecida a criação de zonas de reação em aquíferos para obtenção de uma zona de oxidação e precipitação, ou uma zona de redução entre um determinado número de poços de injeção ou poços secundários, dispostos em volta de um ou mais poços de extração nessas zonas de reação, pelo que a zona desejada é

criada de modo intermitente ou contínuo, entre cada par de poços de injeção situados adjacentes, mediante introdução de oxigênio, gás contendo oxigênio, ou compostos de liberação de oxigênio na água dos dois poços de injeção, quando é criada uma zona de oxidação e precipitação, ou se introduz um composto consumidor de oxigênio nos poços de injeção, para se obter uma zona de redução, e em que se bombeia a água de um dos poços secundários para dentro do poço secundário vizinho, de modo que seja criado um circuito de circulação no aquífero, entre os poços secundários.

[009] Entretanto, em determinadas áreas do globo, as camadas naturais foram destruídas por contaminantes ou existe uma falta de camadas uniformes naturais com adequadas composições de material. Por essa razão, os aquíferos artificiais foram propostos, pelo que o aquífero artificial consiste de uma formação de bacia, normalmente, coberta com um tecido ou folha impermeável, para prover um volume definido. A formação de bacia é depois enchida com cascalho e areia, sendo então provida com tubulações e poços, para:

- a) adicionar água subterrânea ou qualquer outra água bruta à dita bacia;
- b) criar a zona reativa exigida para a precipitação; e
- c) remover a água que foi tratada na bacia.

[0010] A presente invenção é baseada em processos conhecidos, *in situ*, com o nome de Vyredox ou Nitredox. A unidade construída artificialmente será operada sob as mesmas condições criadas nas unidades naturais, *in situ*. A base da presente unidade é vedada com uma membrana impermeável, para isolar a unidade do aquífero subterrâneo natural, e para prover a possibilidade de uso de especiais materiais derivados de enchimento naturais, lavados ou não-

lavados, para criar condições ideais para o espalhamento da zona reativa ativada, o mais rápido possível, assim como, para manter o apropriado fluxo e condições hidrológicas.

[0011] O documento de patente EP 1 416 649 se refere a uma determinada constituição de tubos de poços secundários, como, também, divulga o uso de aquíferos artificiais, em que o tubo de suprimento é colocado na metade inferior na zona de reação de cascalho e areia.

[0012] Para superar os problemas surgidos devido à obstrução das modalidades anteriores, o sistema conforme discutido no documento de patente EP 1 436 469 e também o correspondente método foram modificados. Tubos de entrada de pressão foram introduzidos na metade superior, como, também, na metade inferior dos poços. A metade superior e a metade inferior foram definidas pela introdução de um corpo de balão, que atuou como um elemento separador. Conduitos suportaram os tubos de entrada de pressão em cada metade. Um vaso de circulação foi provido acima do solo, em cada poço. Inicialmente, uma mistura de ar/água foi suprida à metade superior do poço e a água foi bombeada ascendentemente dentro do vaso de circulação, para sofrer desaeração. A água circulou depois por gravidade dentro da metade inferior do poço, abaixo do corpo de balão. Esse procedimento foi realizado durante uma determinada duração de tempo em um ou mais poços secundários. Em outro poço secundário, ou durante a restante duração de tempo, ar foi pressurizado dentro da metade inferior do poço, abaixo do corpo de balão. O fluxo ascendente de água foi dirigido para dentro do vaso de aeração e de desborbulhamento. Essa água sem bolhas circula de volta para dentro da metade superior do poço, antes de passar através da peneira do poço, dentro do solo.

[0013] O documento de patente WO 2006/014126 divulga outro aquífero artificial trabalhando sob uma

pressão negativa e, portanto, usando um completo confinamento hermético de água e ar. Também, nesse caso, o tubo de suprimento é colocado na metade inferior no aquífero e os poços secundários são especialmente projetados.

[0014] Adicionais aperfeiçoamentos citados no documento de pedido de patente WO 2006/014126 incluíram a colocação de uma pluralidade de poços secundários de uma maneira circular ou retangular, assim como, de um poço de extração no seu centro. O sistema de infiltração foi disposto próximo aos poços secundários. Um sistema de enriquecimento de oxigênio foi colocado acima do solo. Esses poços e o sistema de infiltração foram colocados em aquíferos artificiais desenvolvidos pela colocação de material de filtro, para definir uma bacia construída de aquífero abaixo do solo. Existe a necessidade de hermeticamente vedar todos esses poços e de proporcionar cobertura para todos eles. Devido a essa montagem específica, foram criadas zonas mortas nos lados do aquífero artificial. As zonas mortas foram criadas devido à falta de circulação de água nessas zonas. Em um típico processamento, a água entrou nos poços secundários através de suas telas permeáveis, antes de ser dirigida para fora, para o sistema de enriquecimento de oxigênio. A água oxigenada torna a entrar nos poços secundários e, portanto, em todo o aquífero. O fluxo principal de água é então estabelecido, pelo que a água purificada entra no poço de extração, na sua parte central e pode ser bombeada para fora, para uso. A vedação hermética do aquífero é necessária para a proposta operação sob pressão negativa. A falta de homogeneidade entre as zonas ativadas e as zonas mortas proporciona graves riscos. O processamento sob pressão negativa é bastante consumidor de energia e exige que uma alta tecnologia de vedação sejam adquirida.

Portanto, exige alto consumo de energia e alto custo de implantação.

[0015] Assim, nessas construções conhecidas, as zonas mortas serão criadas, particularmente, sobre a tubulação de suprimento, cujas zonas mortas irão prejudicar a atividade na zona reacional, na medida em que as diferenças ambientais entre as zonas mortas e a zona reacional são acentuadamente grandes.

[0016] Um adicional problema solucionado é a manutenção do ambiente de crescimento dos microorganismos, para realização da purificação da água no aquífero. Assim, o aquífero pode não ser seco, isto é, esvaziado completamente, modificando a hidrologia em volta dos microorganismos.

#### Resumo da Invenção

[0017] A presente invenção se refere a um aquífero artificial tendo zonas mortas eliminadas. Portanto, a presente invenção se refere a um método para reduzir os teores de metais, metalóides, nitrato, nitrito, pesticidas e micro-contaminantes orgânicos em águas subterrâneas naturais, ou em águas subterrâneas artificiais infiltradas de água de superfície, de acordo com o descrito nas reivindicações anexas. Em um adicional aspecto, a presente invenção se refere a um aparelho para realização do dito método.

[0018] De acordo com a presente invenção, é proporcionado um aquífero artificial, para reduzir os teores de metais, metalóides, nitrato, nitrito, pesticidas e micro-contaminantes orgânicos em águas subterrâneas naturais, e em águas subterrâneas artificiais infiltradas de água de superfície, compreendendo uma formação de bacia de material de enchimento, criando uma zona reacional, uma linha de alimentação, um ou mais poços secundários, pelo menos um poço principal e um poço de bombeamento,

caracterizado pelo fato de que a linha de alimentação é aplicada no perímetro superior externo da bacia, e em que o poço principal é conectado a um poço de bombeamento através de um transbordamento de fundo, provido com uma válvula reguladora para manter um determinado nível de água no aquífero.

[0019] Tipicamente, os poços secundários podem ser dispostos em um padrão circular, no interior da linha de alimentação.

[0020] Tipicamente, a linha de alimentação pode ser colocada a uma dada distância do perímetro externo da bacia, que é inferior a  $1/40$  do diâmetro do aquífero, preferivelmente, inferior a  $1/50$  do diâmetro, particularmente, inferior a  $1/60$  do diâmetro, mais ainda preferivelmente, inferior a  $1/100$  do diâmetro.

[0021] Tipicamente, a base da dita bacia pode ser coberta com uma camada impermeável, de modo a reduzir a perda de água da bacia.

[0022] Tipicamente, a dita bacia é enchida com material natural, lavado ou não-lavado, que é comumente usado para purificação de água subterrânea.

[0023] Tipicamente, os ditos poços secundários são dispostos de modo vertical, dentro do material usado para enchimento da dita bacia.

[0024] Tipicamente, a dita linha de alimentação pode consistir de um tubo perfurado, através do qual a água a ser processada é alimentada e depois pressionada para fora, dentro da zona reacional.

[0025] Tipicamente, o dito poço principal é um poço principal vertical, que se localiza substancialmente na metade do dito aquífero.

[0026] Tipicamente, o dito poço principal é um poço principal vertical, cujo poço principal vertical compreende um tubo perfurado que sustenta o material de

enchimento fora do aquífero, mas, permite a água penetrar dentro do poço.

[0027] Tipicamente, um tubo de transbordamento é provido para estabelecimento de comunicação entre o dito poço principal e o dito poço de bombeamento, para bombear água para fora do poço principal.

[0028] Tipicamente, um tampo sem fechamento cobre a parte superior do dito poço principal.

[0029] Tipicamente, uma geomembrana impermeável pode ser aplicada como uma cobertura na parte superior do dito aquífero.

[0030] Tipicamente, uma unidade de controle de processo é conectada para controlar a alimentação de água no dito aquífero.

[0031] Tipicamente, uma unidade de controle de processo é conectada para controlar a descarga de água do dito poço principal.

[0032] De acordo com a presente invenção, é provido um método para redução dos teores de metais, metalóides, nitrato, nitrito, fluoreto, pesticidas e micro-contaminantes orgânicos em águas subterrâneas naturais ou águas subterrâneas artificiais infiltradas de água de superfície, mediante uso de um aquífero artificial, em que a água a ser processada é infiltrada dentro de uma formação de bacia de material de enchimento, criando uma zona reacional através de uma linha de alimentação, processada em um ou mais poços secundários e passada para pelo menos um poço principal e um poço de bombeamento, pelo que a linha de alimentação é aplicada no perímetro superior externo da bacia, desse modo, evitando as chamadas zonas mortas no aquífero e proporcionando um superior grau de purificação, e em que a água tendo sido purificada é retirada do aquífero através do poço principal, que é conectado a um poço de bombeamento através de um

transbordamento de fundo, provido de uma válvula reguladora para manter um determinado nível de água no aquífero.

[0033] Tipicamente, o poço principal é disposto em contato com a atmosfera envolvente, desse modo, evitando qualquer pressão negativa no aquífero.

[0034] Tipicamente, a água é descarregada dos ditos poços secundários dentro da dita zona reacional, em um padrão do tipo circular, de modo a permitir a zona reacional se recuperar de modo intermitente e criar uma pressão de trabalho balanceada sobre os microorganismos que atuam na dita zona.

#### Descrição Detalhada da Invenção

[0035] Especificamente, a presente invenção se refere a um aquífero artificial, para reduzir os teores de metais, metalóides, nitrato, nitrito, pesticidas e microcontaminantes orgânicos em águas subterrâneas naturais, e em águas subterrâneas artificiais infiltradas de água de superfície, compreendendo uma formação de bacia de material de enchimento, criando uma zona reacional, uma linha de alimentação, um ou mais poços secundários, pelo menos um poço principal e um poço de bombeamento, caracterizado pelo fato de que a linha de alimentação é aplicada no perímetro superior externo da bacia, e em que o poço principal é conectado a um poço de bombeamento através de um transbordamento de fundo, provido com uma válvula reguladora para manter um determinado nível de água no aquífero.

[0036] Os poços secundários podem ser dispostos, preferivelmente, na forma de um padrão circular, no interior da linha de alimentação.

[0037] Tipicamente, a água bruta não-tratada ou a água subterrânea natural não-tratada é agora injetada dentro da unidade, através de seu perímetro, desse modo, criando um agrupamento circular de água, em linha com a

disposição circular dos poços secundários da unidade no aquífero. Também, um determinado número de poços secundários é utilizado para manter a zona reacional em uma forma habitável, para ótimas condições de vida ambientais, para os microorganismos relevantes.

[0038] Um adicional aspecto da invenção se refere a um método para redução dos teores de metais, metalóides, nitrato, nitrito, pesticidas e micro-contaminantes orgânicos em águas subterrâneas naturais, ou em águas subterrâneas artificiais infiltradas de água de superfície, usando um aquífero artificial, pelo que a água a ser processada é infiltrada dentro de uma formação de bacia de material de enchimento, criando uma zona reacional através de uma linha de alimentação, processada em um ou mais poços secundários, e passada para pelo menos um poço principal e um poço de bombeamento, pelo que a linha de alimentação é aplicada no perímetro superior externo da bacia, desse modo, evitando as chamadas zonas mortas no aquífero e proporcionando um superior grau de purificação, e em que a água tendo sido purificada é retirada do aquífero através do poço principal, que é conectado a um poço de bombeamento através de um transbordamento de fundo, provido de uma válvula reguladora para manter um determinado nível de água no aquífero.

[0039] O poço principal pode ser disposto em contato com a atmosfera envolvente, desse modo, evitando qualquer pressão negativa no aquífero.

[0040] A presente invenção será agora descrita em maiores detalhes, mostrando uma modalidade preferida da invenção, em que se faz referência aos desenhos anexos, nos quais:

- a figura 1 mostra uma vista em seção transversal de um aquífero da invenção;

- a figura 2 mostra uma vista superior do aquífero mostrado na figura 1; e

- a figura 3 mostra um detalhe do poço principal e do poço de bombeamento.

[0041] Assim, a presente invenção se refere a uma bacia criada artificialmente, completamente cheia de material natural, lavado ou não-lavado, que é usado para a purificação de água subterrânea. A purificação resulta em uma diminuição do teor de metais, metalóides, nitrato, nitrito, pesticidas e micro-contaminantes de fonte orgânica. Para o processo de purificação, a água bruta subterrânea é alimentada dentro da bacia através de uma linha de infiltração periférica. A água bruta subterrânea passa nesse caminho para o poço principal, a chamada zona reativa, na qual, oxigênio, substâncias liberadoras de oxigênio ou substâncias orgânicas naturais estarão presentes. A zona reativa proporciona um ótimo ambiente para as reações químicas e metabólicas, para os microorganismos de ocorrência natural. O ambiente ótimo na zona reativa é mantido pela operação dos poços secundários. O transbordamento da água purificada do poço principal na base do poço de bombeamento permite manter o aquífero sempre cheio de água, sendo denominado de "aquífero artificial confinado" e nenhuma pressão negativa se faz presente em volta do poço principal. A invenção se refere ainda a um aparelho para execução do método sob condições confinadas do aquífero e de diversos poços secundários, e para a combinação de pelo menos um poço principal e pelo menos um poço de bombeamento.

[0042] O aquífero da presente invenção consiste de uma formação de bacia (1), normalmente enterrada no solo, apresentando um modelo circular quando visto de cima e formando um cone truncado, quando visto em seção transversal. O fundo da formação de bacia é coberto com uma

camada impermeável (2), para reduzir a perda de água da bacia. Uma linha circular de infiltração (3), que serve como uma linha de alimentação, é disposta na vizinhança próxima do perímetro externo e superior da bacia (1). A bacia (1) é cheia com material natural, lavado ou não-lavado, que é normalmente usado para purificação de água subterrânea. Esse material é constituído de cascalho e areia, e forma a zona reacional do aquífero. No interior da linha de tubo de alimentação (3), são dispostos poços secundários (4), formando um padrão circular e colocados a uma distância substancialmente igual entre si. Os poços secundários (4) são dispostos de modo vertical dentro do material. A linha de alimentação (3) consiste de um tubo perfurado, através do qual a água a ser processada é alimentada e pressionada dentro da zona reacional.

[0043] Na metade do aquífero, se dispõe um poço principal vertical (6), cujo poço (6) consiste de um tubo perfurado que mantém o material de enchimento do aquífero por fora, mas, que permite a água penetrar dentro do poço. O poço principal é esvaziado através de um poço de bombeamento (7), que se comunica com o poço principal (6) através de um tubo de transbordamento (8) (visto na figura 3). A abertura da saída do fundo do poço principal (6) para o poço de bombeamento (7) é controlada por uma válvula reguladora (13), de modo a sempre manter um alto nível de água no aquífero, para otimizar as condições de crescimento dos microorganismos. A parte superior do poço principal (6) é coberta com um tampo não-fechado (9), que permite à pressão atmosférica envolvente atuar sobre o nível da água no poço principal (6), desse modo, evitando qualquer pressão negativa no sistema.

[0044] No poço de bombeamento (7), uma ou mais bombas (não mostrado) são dispostas para alimentar uma

linha de transporte (não mostrado), conectada a consumidores, residências, instalações industriais, etc.

[0045] Na parte superior do aquífero é aplicada uma geomembrana impermeável (10) ou outras coberturas, a fim de evitar contaminações de locais superiores, dentro da zona reacional dos materiais de enchimento. Quaisquer dessas contaminações pode seriamente prejudicar a atividade da zona reacional, caso contenham compostos que possam afetar o crescimento da flora de microorganismos usada para reduzir ou oxidar os produtos a serem eliminados. Uma camada (11) de material composto, cascalho ou areia é então aplicada no topo da geomembrana (10), para manter a mesma no lugar.

[0046] Uma unidade de controle de processo (PCU) (12) é conectada ao sistema para controlar a entrada e saída de água, a introdução de água proveniente dos poços secundários (4) dentro da zona reacional por um ou mais poços secundários próximos, de uma maneira controlada. Normalmente, a introdução é realizada na forma de um padrão circular, de modo a permitir à zona reacional se recuperar intermitentemente e criar uma pressão de trabalho balanceada sobre os microorganismos que atuam na dita zona. A unidade de controle (PCU) (12) controla ainda o transbordamento de água do poço principal (6), através do poço de bombeamento (7), para a linha de distribuição. Deve ser ainda observado que a PCU (12) é colocada em contato com o suprimento de água subterrânea ou água bruta.

[0047] O aquífero artificial mostrado na figura pode conter um volume de mais de 5000 m<sup>3</sup>, tendo um raio de mais de mais de 30 m, e uma profundidade de 8 m ou mais. Tal aquífero deverá durar por diversos anos e irá atender à população e indústria ao redor. A capacidade do aquífero por 24 horas é calculada como sendo de cerca de 2500 m<sup>3</sup> de água pura, baseado no tamanho de partícula normalmente

usado do material de enchimento. A capacidade é calculada para durar durante 100 anos.

[0048] Dependendo do diâmetro do aquífero artificial, que pode variar de 5 a 7 m, e até 50 m ou mais, a capacidade poderá variar de 100 m<sup>3</sup> a 5000 m<sup>3</sup>/dia.

[0049] Mais de um poço de água bruta (que retira água bruta do aquífero/aquíferos) pode ser usado para retirar a água de aquífero/aquíferos naturais, e suprir a água dentro da linha de alimentação para o aquífero artificial.

[0050] Mais de um poço principal e poço de bombeamento (poço de produção) pode ser usado para bombear a água purificada do aquífero artificial.

[0051] A água bruta subterrânea passa nesse caminho para o poço principal (6), a chamada zona reativa (5), na qual, oxigênio, substâncias liberadoras de oxigênio ou substâncias orgânicas naturais estarão presentes. Essa zona reativa proporciona um ótimo ambiente para as reações químicas e metabólicas, para os microorganismos de ocorrência natural. O ambiente ótimo na zona reativa é mantido pela operação dos poços secundários (4). O transbordamento da água purificada do poço principal na base do mesmo para o poço de bombeamento permite manter o aquífero artificial sempre cheio de água, sendo denominado de "aquífero artificial confinado" e nenhuma pressão negativa se faz presente em volta do poço principal.

[0052] A operação da unidade é que a água subterrânea natural bruta não-tratada ou água subterrânea infiltrada artificialmente da água de superfície é infiltrada dentro da unidade através de tubulação disposta horizontalmente, logo no perímetro da unidade, para evitar zonas de não-movimentação de água (as chamadas zonas mortas). A tubulação é disposta a uma distância inferior a 1 m do perímetro externo, em um aquífero tendo um diâmetro

de 35 a 40 m. No caso do aquífero artificial ter um menor diâmetro, a tubulação será 1 m mais próxima do perímetro, tal como, 0,5 m ou menos, para evitar qualquer volume morto no aquífero. Numa segunda disposição interna paralela, será colocado um determinado número de poços secundários, que serão usados para criar ótimas condições de vida ambiental para os relevantes microorganismos. No centro da unidade, o poço principal ali situado é que é usado como poço coletor, e sem uso de nenhuma bomba a água é dirigida para o poço de bombeamento adjacente (7), através da abertura no fundo do poço principal. Isso possibilita o operador manter o aquífero em um estado confinado e nenhuma pressão negativa irá ocorrer e, devido a isso, todo o material dentro do aquífero é totalmente embebido em água. A abertura da saída do fundo para o poço de bombeamento (7) é controlada por uma válvula reguladora, que irá sempre manter um alto nível de água no aquífero. O poço principal é coberto por uma geomembrana impermeável ou outro material, e a parte superior do poço é aberta para mudanças atmosféricas, desse modo, o aquífero não é completamente hermético. Para remoção de partículas, como, por exemplo, nas áreas empoeiradas, pode ser colocado um filtro de ar na construção do topo do poço principal. O poço de bombeamento é equipado com uma bomba e um dispositivo de controle de nível.

[0053] Assim, a linha de alimentação (3) é colocada a uma distância do perímetro externo, que é inferior a  $1/40$  do diâmetro do aquífero, preferivelmente, inferior a  $1/50$  do diâmetro, mais preferivelmente, inferior a  $1/60$  do diâmetro, e, mais ainda preferivelmente, inferior a  $1/100$  do diâmetro.

[0054] As principais reivindicações da presente invenção incluem o fato de que a unidade opera evitando as chamadas zonas mortas, não necessitando de vedação

hermética na parte superior devido ao transbordamento controlado, que mantém o aquífero sempre como um aquífero de operação confinada, e que não irá aplicar nenhuma pressão negativa em volta do poço principal. A disposição do aquífero pode ser de qualquer formato.

[0055] O modelo acima de aquífero artificial foi mostrado como uma formação de bacia circular, embora seja evidente que qualquer outro formato possa ser usado, em que, algumas vezes, o formato é previsto pelas condições de vizinhança natural e pelo que essas condições podem permitir. Assim, o aquífero artificial pode ser circular, oval, hexagonal, octogonal ou ter qualquer forma imposta pelo terreno da vizinhança.

#### Vantagens da Invenção

1 - Nenhuma pressão negativa significa: O sistema divulgado de acordo com a presente invenção não apresenta nenhum vazamento de água, o que proporciona um melhor uso do material de enchimento e uma menor e mais constante velocidade de entrada de água dentro do poço principal, o que reduz, acentadamente, os riscos de obstrução do poço principal com pequenos grãos;

2 - Nenhuma zona morta significa: O sistema divulgado de acordo com a presente invenção não apresenta zonas em que a água está sempre presente, pelo que um descontrolado crescimento bacteriano pode acontecer, o que irá destruir a qualidade da água;

3 - Nenhuma vedação hermética é necessária para evitar pressão negativa em volta do poço principal;

4 - O uso de um poço principal juntamente com um chamado poço de bombeamento, de acordo com o sistema divulgado na presente invenção, garante, durante o tempo de operação do aquífero artificial, sempre a mesma velocidade de água e, portanto, um desempenho muito melhor em termos de filtração e de efeitos gerais de limpeza.

## REIVINDICAÇÕES

1 - Aquífero artificial para redução dos teores de metais, metalóides, nitrato, nitrito, pesticidas e microcontaminantes orgânicos em águas subterrâneas naturais ou em águas subterrâneas artificiais infiltradas de água de superfície, compreendendo a formação de uma bacia (1) de material de enchimento, criando pelo menos uma zona reacional (5), uma linha de alimentação (3), um ou mais poços secundários (4), pelo menos um poço principal (6) e pelo menos um poço de bombeamento (7), **caracterizado** pelo fato de que a linha de alimentação (3) consiste de um tubo perfurado aplicado no perímetro superior externo da bacia (1) através do qual a água a ser processada é alimentada e permeia através da zona reacional (5), e em que o poço principal (6) é conectado a um poço de bombeamento (7) através de uma saída de fundo, provida com uma válvula reguladora (13) para manter um determinado nível de água no aquífero.

2 - Aquífero artificial, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o aquífero artificial apresenta um formato selecionado do grupo de formatos que consiste de circular, oval, hexagonal, octogonal e um formato determinado pelo terreno envolvente.

3 - Aquífero artificial, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que os poços secundários (4) são dispostos em um padrão circular, no interior da linha de alimentação (3).

4 - Aquífero artificial, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que a linha de alimentação (3) é colocada a uma dada distância do perímetro externo da bacia, que é inferior a 1/40 do diâmetro do aquífero, preferivelmente, inferior a 1/50 do diâmetro, particularmente, inferior a 1/60 do diâmetro, mais ainda preferivelmente, inferior a 1/100 do diâmetro.

5 - Aquífero artificial, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que a base da dita bacia é coberta com uma camada impermeável, de modo a reduzir a perda de água da bacia.

6 - Aquífero artificial, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que a dita bacia é enchida com material natural, lavado ou não-lavado, para a purificação de água subterrânea.

7 - Aquífero artificial, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o dito poço principal é um poço principal vertical, cujo poço principal vertical compreende um tubo perfurado que sustenta o material de enchimento fora do aquífero, mas, permite que a água penetre dentro do poço.

8 - Aquífero artificial, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que uma geomembrana impermeável é aplicada como uma cobertura na parte superior do dito aquífero.

9 - Método para redução dos teores de metais, metalóides, nitrato, nitrito, fluoreto, pesticidas e micro-contaminantes orgânicos em águas subterrâneas naturais ou águas subterrâneas artificiais infiltradas de água de superfície, mediante uso de um aquífero artificial conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 8, **caracterizado** pelo fato de que a água a ser processada é infiltrada dentro de uma formação de bacia (1) de material de enchimento, criando uma zona reacional (5) através de uma linha de alimentação perfurada (3), processada em um ou mais poços secundários (4) e passada para pelo menos um poço principal (6) e um poço de bombeamento (7), em que a linha de alimentação perfurada (3) é aplicada no perímetro superior externo da bacia (1), e em que a água tendo sido purificada é retirada do aquífero através do poço principal (6), que é conectado a um poço de bombeamento (7) através

de uma saída de fundo, provida de uma válvula reguladora para manter um determinado nível de água no aquífero.

10 - Método, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado** pelo fato de que o poço principal (6) é colocado em contato com a atmosfera envolvente, desse modo, evitando qualquer pressão negativa no aquífero.

11 - Método, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado** pelo fato de que a água é descarregada dos ditos poços secundários dentro da dita zona reacional, em um padrão do tipo circular, de modo a permitir a zona reacional se recuperar de modo intermitente e criar uma pressão de trabalho sobre os microorganismos que atuam na dita zona.

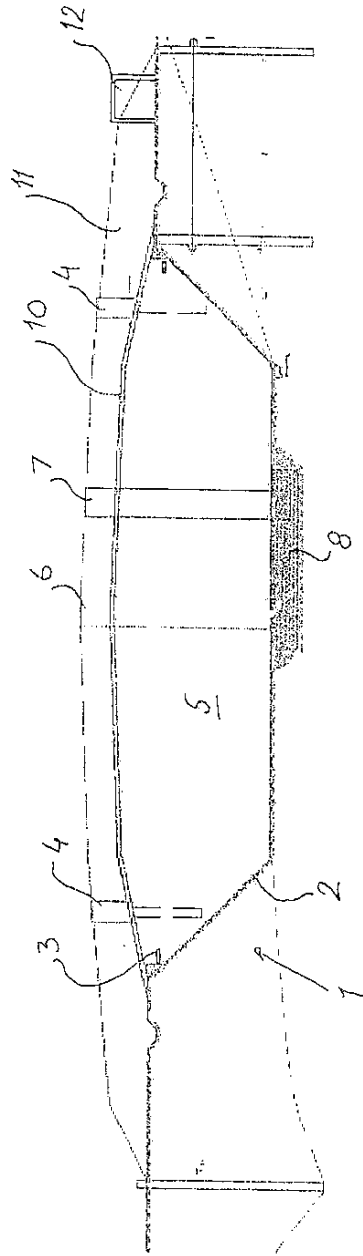
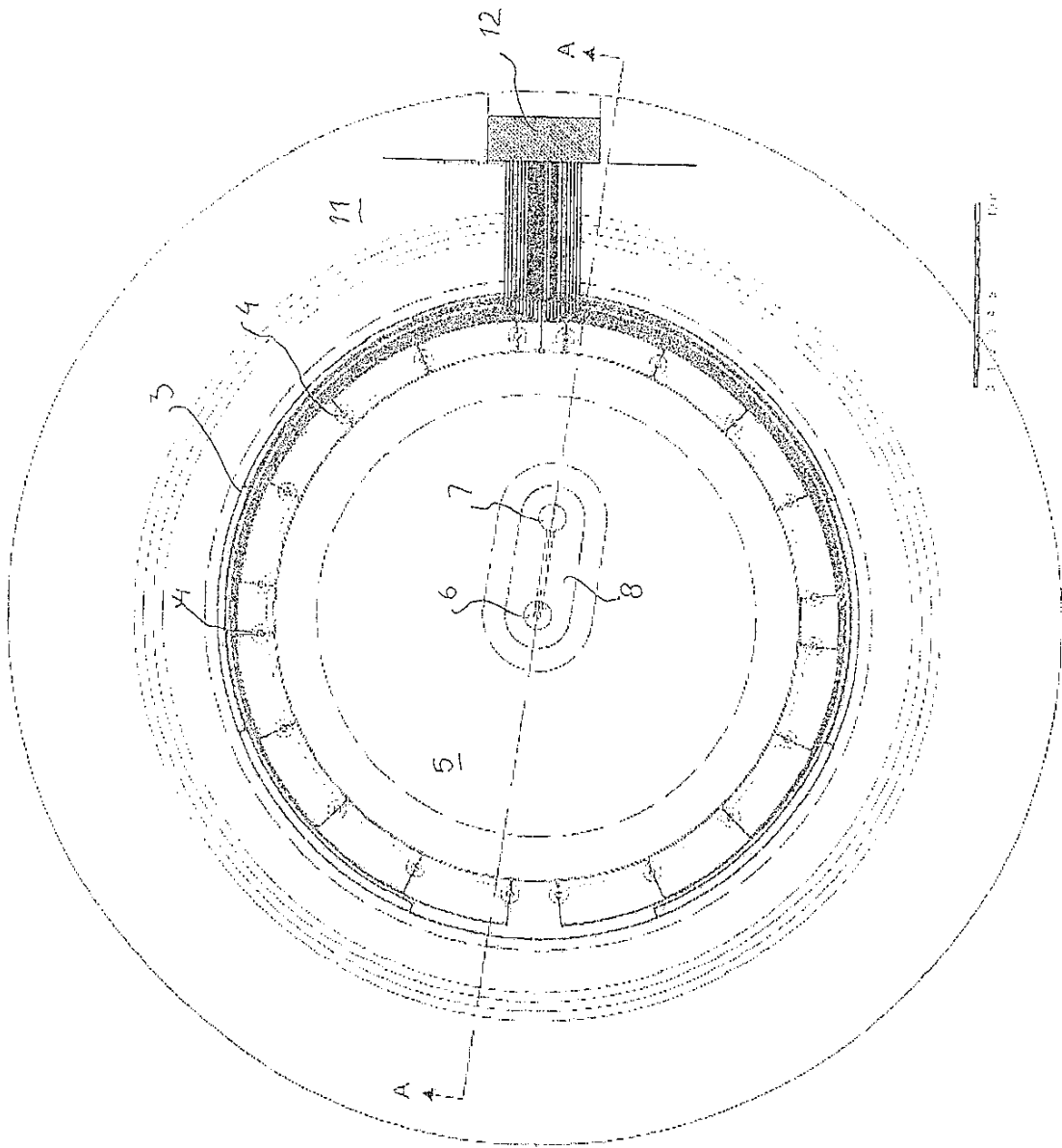
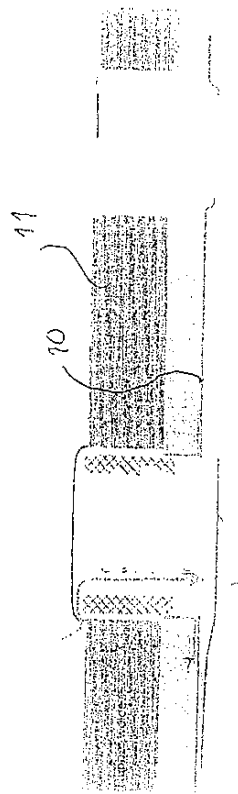


Fig 1

FIG. 2





Z

61

61

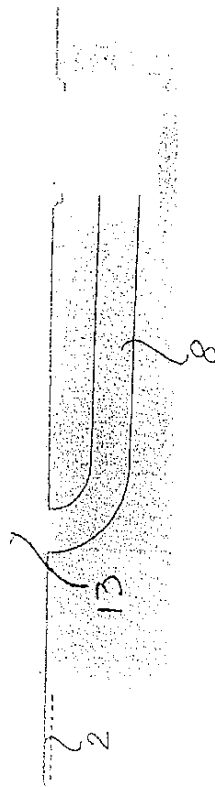


Fig. 3